第 24 卷 第 2 期
1981 年 5 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 24, No. 2
May, 1981

淡色库蚊红眼（r）突变的遗传

黄品籛　缪建吾　蒋文斌
（中国科学院上海昆虫研究所）

摘要　在淡色库蚊（*Culex pipiens pallens* Coq.）中，分离出红眼（r）突变型。其眼睛的颜色，从幼虫、蛹到成虫表现了完全地外显和一致。正常黑眼（+）和红眼（r）杂交，不论正交或反交，F_1（子一代）个体全部为黑眼（+）（表 1③④）。F_1 的个体互交，F_2（子二代）则按黑眼（+）：红眼（r）= 3:1 分离（表 1 ⑤⑥及表 2 的正交和反交项）。正交与反交的 F_1 个体，分别与红眼亲本的雌、雄个体回交，其黑眼（+）与红眼（r）都按 1:1 进行分离（表 1 ⑦⑧⑨及表 2 回交栏三项）。实验证明，黑眼（+）对红眼（r）为显性，而红眼（r）则为隐性。它们完全符合一对孟德尔显、隐性关系基因的遗传规律。从 F_2 分离出来的红眼（r）个体，不管是来自 F_1 的互交，还是正交与反交的 F_1 雄蚊个体与红眼（r）亲本雌蚊个体的回交，它们的表现是：凡正交，红眼（r）个体都是雄的（表 1 ⑤⑧）；凡反交，红眼（r）个体都是雌的（表 1 ⑥⑦）。唯有正交与反交的 F_1 雌蚊个体，当与亲本红眼（r）雄蚊个体回交时，其 F_2 的红眼（r）个体雌、雄都有，且红眼（r）雌：红眼（r）雄呈 1:1 的比例（表 1 ⑨），这主要是由红眼（r）雄蚊具有两类配子所造成。上述现象说明，红眼（r）是一种性连锁的突变。但由于出现一定比例的交换（表 1 ⑤⑥⑦⑧），因此是属于不完全的性连锁。

前　　言

生物体某个性状的突变是遗传型的改变。它在形态上完全不同于正常个体，且能真实遗传。突变通过选择培育而成的突变品系，不仅是研究形式遗传学和细胞遗传学的好材料，而且对害虫遗传防治等也有很重要的意义。例如，通过具有复合性状的突变品系作标记，与染色体易位个体杂交，可以检出易位的类型，并育成可用于进行遗传防治的具有部分不育性的易位品系。此外，释放具有突变性状为标记的蚊虫，可比较准确地估计自然界蚊虫群体的数量和分布，为遗传防治等提供依据。

蚊虫的眼色突变，最早由 Gilshrist & Haldance（1947）在 *Culex molestus* Fors. 中分离出自发的白眼突变型。以后，Spinner（1964）在尖音库蚊（*Culex pipiens pipiens* L.）中发现了红眼突变型。McClelland（1966）和 Baker（1969）分别在埃及伊蚊（*Aedes aegypti* L.）和三带喙库蚊（*Culex tritaeniorhynchus* Giles.）中选育出红眼、铁锈色眼和白眼的突变型。这些均属于性连锁的突变。Iltis 等（1965）在尖音库蚊（*Culex pipiens pipiens* L.）中获得属于常染色体遗传的宝石红眼突变型。Robbani（1970）在三带喙库蚊（*Culex tritaeniorhynchus* Giles.）中分离出另一个常染色体遗传的红斑眼突变型。只淡色库蚊（*Culex pipiens pallens* Coq.）迄今尚未见到过这方面的有关报道。1974 年，为开展遗传防治的研究，从室内培养的淡色库蚊中，陆续分离并选育出几个突变品系，本文介绍红眼突变的研究情况。

本文于 1978 年 12 月收到。

材 料 和 方 法

材料：1974 年在室内培养的一个淡色库蚊敏感品系 SEN (沪昆正系)中，分离出红眼蛹 54 只。羽化后得红眼雌性成虫 32 只，红眼雄性成虫 5 只。互交后，F_1 全部表现为红眼，说明已能真实遗传。饲养 3 代后，即对其遗传规律进行了分析。

方法：将正常黑眼(+)与红眼突变型(r)作正交和反交(正交为 +♀×r♂，反交为 r♀×+♂)，并将 F_1 的个体令其互交和分别与红眼亲本的雌、雄个体进行回交。每组杂交取雌、雄成蚊各 20 只。所得 F_1 以及 F_1 互交和与红眼亲本回交的后代成蚊用乙醚麻醉。然后，按雌、雄和不同眼色分别进行计数统计。

结　　果

蚊虫的性别决定和其它昆虫有所不同(除按蚊外，因只有按蚊属 XY 型)。大多数昆虫的性别都是由外形上有差异的两条性染色体来决定的(如 X 染色体和 Y 染色体，或 Z 染色体和 W 染色体)。而库蚊和伊蚊则是由两条尚未分化的在外形上不易区分的染色体(即第 I 染色体)组成[目前，Newton 等(1974)借助 Giemsa C 分带法的新技术，在埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)中已能将这两条染色体加以区分]。它的性别是由位于这两条染色体上的一对等位基因 M 与 m 所决定。M 为显性，m 为隐性。杂合体 M/m 为雄性，纯合体 m/m 为雌性 (Gilchrist & Haldane, 1947)。所谓性连锁，实质上就是与 M 基因或 m 基因的连锁。有时为方便起见，也可直称它们为 M 染色体和 m 染色体。现将红眼突变型的实验结果，列入表 1 和表 2 中。

从表 1 和表 2 中可以看出：

1. 在正交和反交中，F_1 个体都是正常黑眼(+)，没有出现红眼(r)的个体。所以正常黑眼为显性，红眼为隐性(表 1 的③④)。

2. 正交或反交，F_2 的分离经 X^2 测验后，其黑眼(+)：红眼(r)都是 3:1 (表 2 的正交和反交项)，完全符合一对典型的显、隐性关系的孟德尔因子的遗传规律。

3. 由正交和反交所得 F_1 互交分离出来的 F_2 的红眼个体，在性别上是完全不同的。正交红眼几乎全部为雄，反交红眼几乎全部为雌。证明它们是一种性连锁的遗传。因此正交亲代的雄蚊是红眼，而反交亲代的雌蚊是红眼。但正交中出现了少量的红眼雌蚊，反交中也出现了少量的红眼雄蚊(表 1 的⑤⑥)，表明相对的染色体在性别基因和红眼基因间进行了交换，产生一定比例的重组合。因此，它们是属于不完全的性连锁。

4. F_1 杂合体分别与红眼亲本的雌、雄个体回交，完全符合 1:1 的分离比例(表 2 回交栏三项)。当正交产生的 F_1 杂合体雄蚊(其亲本是红眼雄)和反交产生的 F_1 杂合体雄蚊(其亲本是红眼雌)与红眼亲本的雌蚊回交时，前者产生的红眼个体几乎全是雄的(表 1 的⑧)，而后者产生的红眼个体则几乎全是雌的(表 1 的⑦)，也表现了性连锁的特征。两者也有一定比例的重组合，所以也同样证明了是不完全的性连锁。但正交和反交产生的 F_1 杂合体雌蚊，当与红眼亲本的雄蚊回交时，其 F_2 的红眼个体，却未表现出性连锁的特征。即两者的红眼个体中雌、雄都有，且红眼雌：红眼雄呈现 1:1 的关系(表 1 ⑨)。这主要是由于红眼雄蚊能产生 Mr 和 mr 两类配子所造成。

表 1 正常黑眼(+)与突变型红眼(r)正交、反交及回交结果

组别	No.	交配组合	F_1 遗传型	F_2 遗传型	成虫总数	后代表型 黑眼(+) 成虫数 合计	黑眼(+) 成虫数 雌	黑眼(+) 成虫数 雄	黑眼(+) 性比(%) 雌	黑眼(+) 性比(%) 雄	红眼(r) 成虫数 合计	红眼(r) 成虫数 雌	红眼(r) 成虫数 雄	红眼(r) 性比(%) 雌	红眼(r) 性比(%) 雄
对照组	①	$\frac{m+}{m+} \times \frac{M+}{m+}$			670	670	315	355	47.0	53.0					
	②	$\frac{mr}{mr} \times \frac{Mr}{mr}$			478						478	196	282	41.0	59.0
正交	③	$\frac{m+}{m+} \times \frac{Mr}{mr}$	$\frac{m+}{mr}, \frac{Mr}{m+}$		539	539	261	278	48.4	51.6					
反交	④	$\frac{mr}{mr} \times \frac{M+}{m+}$	$\frac{m+}{mr}, \frac{M+}{mr}$		574	574	280	294	48.8	51.2					
F_1 个体互交	⑤	$\frac{m+}{mr} \times \frac{Mr}{m+}$		$\frac{m+}{m+}, \frac{m+}{mr}, \frac{Mr}{m+}, \frac{Mr}{mr}$	999	736	493	243	67.0	33.0	263	12	251	4.6	95.4
	⑥	$\frac{m+}{mr} \times \frac{M+}{mr}$		$\frac{m+}{mr}, \frac{mr}{mr}, \frac{M+}{m+}, \frac{M+}{mr}$	1099	829	284	545	34.2	65.8	270	266	4	98.5	1.5
F_1^* 个体与红眼回交	⑦	$\frac{mr}{mr} \times \frac{M+}{mr}$		$\frac{mr}{mr}, \frac{M+}{mr}$	352	188	1	187	0.6	99.4	164	163	1	99.4	0.6
	⑧	$\frac{mr}{mr} \times \frac{Mr}{m+}$		$\frac{m+}{mr}, \frac{Mr}{mr}$	468	220	205	15	93.2	6.8	248	18	230	7.3	92.7
	⑨	$\frac{m+}{mr} \times \frac{Mr}{mr}$		$\frac{m+}{mr}, \frac{Mr}{mr}, \frac{mr}{m+}, \frac{mr}{mr}$	466	224	118	106	52.7	47.3	242	124	118	51.2	48.8

* 回交子代分离的遗传型,即归入 F_2 遗传型栏内,不再另列。

表 2　正常黑眼与突变型红眼正交、反交及回交 F_2（子二代）的分离　X^2——测验

正交			反交		回交						
$\frac{m+}{m+} \times \frac{Mr}{mr}$ F_2			$\frac{mr}{mr} \times \frac{M+}{m+}$ F_2		$\frac{mr}{mr} \times \frac{M+}{mr}$ F_2			$\frac{mr}{mr} \times \frac{Mr}{m+}$ F_2		$\frac{m+}{mr} \times \frac{Mr}{mr}$ F_2	
眼色表现型	黑眼	红眼	黑眼	红眼	眼色表现型	黑眼	红眼	黑眼	红眼	黑眼	红眼
眼色遗传型	$\frac{+}{+}, \frac{+}{r}$	$\frac{r}{r}$	$\frac{+}{+}, \frac{+}{r}$	$\frac{r}{r}$	眼色遗传型	$\frac{+}{r}$	$\frac{r}{r}$	$\frac{+}{r}$	$\frac{r}{r}$	$\frac{+}{r}$	$\frac{r}{r}$
观察值	736	263	829	270	观察值	188	164	220	248	224	242
预期值 (e)3:1	749.25	249.75	824.25	274.75	预期值 (e)1:1	176	176	234	234	233	233
差数 (d)	−13.25	13.25	−4.75	4.75	差数 (d)	12	−12	−14	14	−9	9
d^2	175.56	175.56	22.56	22.56	d^2	144	144	196	196	81	81
$\frac{d^2}{e}$	0.2343	0.7029	0.0274	0.0821	$\frac{d^2}{e}$	0.8181	0.8181	0.8376	0.8376	0.3476	0.3476
$X^2_{[1]}$	0.9372		0.1095		$X^2_{[1]}$	1.6362		1.6752		0.6952	
P	0.50—0.30		0.80—0.70		P	0.30—0.20		0.20—0.10		0.50—0.30	

讨　　论

在正常黑眼和红眼突变型的杂交中，出现交换型的个体。我们对性别基因与红眼基因间的交换值进行了计算，得到交换值 $p = 0.3715$，交换值的机差 $Sp = 0.0051$。同时，对不同交配间进行 X^2 测验，发现 $X^2_{[3]} = 16.0415$，$p < 0.01$，说明在不同资料间，交换值存在着很大的异质性。分析其原因可能有两点。1，由于我们在观察计数时，都是以成虫为标准，而在蚊虫的整个生活周期中，特别是在幼虫的一、二龄阶段，死亡率是比较高的，尽管对蚊虫的饲养条件作了严格的控制，但死亡仍然不能避免，这就使得由交换而产生的个体不能全部获得，从而出现了这种异质性。Bhalla（1968）曾提及类似的情况。2，雌、雄个体本身在交换上也可能存在着一定的差异性。

观察中发现，红眼突变型眼睛的颜色，从幼虫、蛹到成虫都有表现，表现出完全地外显和一致。但在各个不同时期颜色有一定程度的差异。如一龄幼虫，只有非常淡薄的红色眼痕。幼虫从小到大，红色也由浅变深。初期蛹和初期的成虫，表现为淡红色或鲜红色。后期蛹色略变深。中、后期的成虫呈现紫红色或暗红色。我们认为，这可能与生长发育中色素合成的量和代谢水平有关。还可能受到外界条件的影响。例如凡食料丰富、个体肥壮者，眼色就淡而鲜艳；反之，虫体瘦弱，眼色就深而暗，完全显示了遗传型与环境间的密切关系。

尖音库蚊红眼突变型，可以从自然群体分离得到（Spinner，1964），也可用X射线诱发产生（Wild，1963）。据 Spinner 对它们所作的亲缘试验，发现其遗传规律是完全一致

的。因此，他认为照射后发现的红眼突变型，实际上可能就是自然界中突变产生的。

McClelland (1966) 在埃及伊蚊中发现的红眼突变型，其遗传规律与本文的结果相似。但 Iltis 等(1965)在尖音库蚊中分离出来的宝石红眼，以及 Robbani (1970) 在三带喙库蚊中分离出来的红斑眼，都是属于与性别无关的常染色体的突变。

参 考 文 献

Baker, R. H. 1969 White eye, a female-sterile and sex-linked mutant of *Culex tritaeniorhynchus*. *Mosq. News* **29**(4): 571—3.

Bhalla, S. C. 1968 White eye, a new sex-linked mutant of *Aedes aegypti*. *Mosq. News* **28**(3): 380—5.

Gulchrist, B. M. & J. B. S. Haldane 1947 Sex linkage and sex determination in a mosquito, *Culex molestus*. *Hereditas* **33**: 175—89.

Iltis, W. G., A. R. Baker, G. A. H. McClelland & C. M. Myers 1965 The inheritance of yellow-larvae and ruby-eye in *Culex pipiens*. *Bull. W. H. O.* **33**(1): 123—8.

McClelland, G. A. H. 1966 Sex-linkage at two loci affecting eye pigment in the mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) *Can. J. Genet. Cytol.* 8: 192—8.

Newton, M. E., D. I. Southern & R. J. Wood 1974 X and Y chromosomes of *Aedes aegypti* (L.) distinguished by Giemsa C-banding. *Chromosoma* (Berl) **49**; 41—9.

Robbani, M. & J. Baker 1970 Red-spotted eye in the mosquito: an autosomal conditionally co-dominant mutation (*Culex tritaeniorhynchus* Dipt., Culicidae). *Heredity* **64**(4): 135—8.

Spinner, W. 1964 Rote augen als mutante bei *Culex pipiens* L. *Experientia* **20**(9): 527—8.

Wild, A. 1963 A red eye colour mutation in *Culex pipiens* after X-irradiation *Nature* **200**(30): 917—8.

THE INHERITANCE OF A RED EYE COLOUR MUTANT IN *CULEX PIPIENS PALLENS* COQ.

HUANG PIN-JIAN MIAO JIAN-WU JIAN WEN-BIN

(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica)

The mutant type red eye (r) in *Culex pipiens pallens* Coq. is a recessive character, giving a single Mendelian segregating ratio when crossed with the wild type black eye. It is expressed in larvae, pupae, and adults, and is partially linked with the sex factor. The penetrance and expression of the mutant character red eye seem to be complete.